

PAT-NO: JP410073722A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10073722 A

TITLE: POLARIZING OPTICAL ELEMENT AND ITS
PRODUCTION

PUBN-DATE: March 17, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAMADA, HITOSHI

DOKO, TORU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SONY CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08231048

APPL-DATE: August 30, 1996

INT-CL (IPC): G02B005/30, G02F001/1335 , G11B007/135 ,
G11B011/10

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polarizing optical element excellent in environmental resistance and high in reliability and to unnesessitate an unstable etching process.

SOLUTION: In the polarizing optical element separating incident light on a metallic grating 3 formed on a substrate 1 at prescribed intervals into transmitted light and reflected light corresponding to a polarization direction, the metallic grating 3 is formed on a ground film 2 and the bed film

A02

2 is a transparent metallic oxide film 3d. The polarizing optical element is manufactured by a process for forming the ground film 2 made of a conductive metal on the substrate 1, a process for forming a resist pattern thereon by an electron beam drawing, a process for forming a metallic film with prescribed film thickness, a process for forming the metallic grating 3 by selectively removing the metallic film by a lift-off method and a process for oxidizing the ground film 2 by heat-treatment to make the film transparent and for forming an oxidized coating film 3a on a surface of the metallic grating 3.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-73722

(43)公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/30			G 0 2 B 5/30	
G 0 2 F 1/1335	5 1 0		G 0 2 F 1/1335	5 1 0
G 1 1 B 7/135			G 1 1 B 7/135	Z
11/10	5 5 1		11/10	5 5 1 C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-231048

(22)出願日 平成8年(1996) 8月30日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 玉田 仁志

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 堂向 徹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

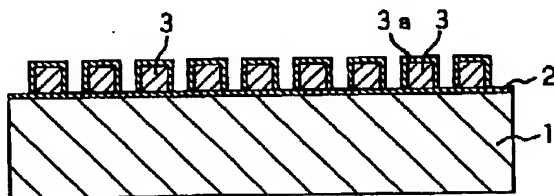
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 偏光光学素子及びその製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 耐環境性に優れ、信頼性の高い偏光光学素子を提供し、不安定なエッチング工程を不必要とする。

【解決手段】 基板上に所定間隔で形成した金属格子への入射光を偏光方向に応じて透過光と反射光とに分離する偏光光学素子において、金属格子が下地膜上に形成され、下地膜が透明な金属酸化物膜であることを特徴とする。偏光光学素子は、基板上に導電性金属の下地膜を形成する工程と、この上に電子線描画によりレジストパターンを形成する工程と、所定膜厚の金属膜の成膜工程と、リフトオフにより金属膜を選択的に除去し金属格子を形成する工程と、熱処理により下地膜を酸化して透明化するとともに、金属格子の表面に酸化被膜を形成する工程を経ることにより作製される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に所定間隔で形成された金属格子を備え、この金属格子に入射した光を偏光方向に応じて透過光と反射光とに分離する偏光光学素子において、上記金属格子の表面が酸化被膜により覆われていることを特徴とする偏光光学素子。

【請求項2】 上記金属格子が下地膜上に形成されてなり、この下地膜が透明な金属酸化物膜であることを特徴とする請求項1記載の偏光光学素子。

【請求項3】 上記金属格子がA1により形成されていることを特徴とする請求項1記載の偏光光学素子。

【請求項4】 上記下地膜がA1酸化膜であることを特徴とする請求項2記載の偏光光学素子。

【請求項5】 基板上に所定間隔で金属格子を形成し、その表面を熱処理により酸化して酸化被膜を形成することを特徴とする偏光光学素子の製造方法。

【請求項6】 基板上に導電性金属よりなる下地膜を形成する工程と、
この上に電子線描画によりレジストパターンを形成する工程と、
所定の膜厚の金属膜を成膜する工程と、

リフトオフにより前記金属膜を選択的に除去して金属格子を形成する工程と、
熱処理により上記下地膜を酸化して透明化するとともに、上記金属格子の表面に酸化被膜を形成する工程とを有することを特徴とする請求項5記載の偏光光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

〔0001〕

【発明の属する技術分野】本発明は、金属格子により入射された光を偏光方向に応じて透過光と反射光とに分離する偏光光学素子に関するものであり、さらにはその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光を偏光方向に応じて分離する偏光光学素子は、例えば光磁気ディスク駆動装置の光ピックアップ等々に使用されている。

【0003】このような偏光光学素子の代表例としては、薄膜のブリュースター反射を利用した素子が広く知られている。薄膜のブリュースター反射を利用した素子は、通常、立体状に形成された素子に対して垂直に光を入射させて用いるか、あるいは板状に形成された素子に対して所定の角度にて光を入射させて用いる。

【0004】しかしながら、薄膜のブリュースター反射を利用した素子は、精密な位置合わせが必要であり、しかも素子自体の体積が大きいという欠点がある。

【0005】そのため、例えば光ピックアップに使用する場合、受光素子等の他に部品との精密な位置合わせが必要となり、製造に工数を要するという問題がある。また、体積が大きいことは、光ピックアップ等を小型化

する上で大きな制約を加えている。

【0006】そこで、このような問題を解決するために、薄膜あるいは薄板状の偏光光学素子の開発が進められており、例えば、金属を微細な格子状に形成した金属格子によって偏光分離を行う、ワイヤーグリッドまたはワイヤーグレーティングと呼ばれる素子（以下、ワイヤーグリッド偏光子と称する。）が提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のワイヤーグリッド偏光子では、石英基板上にサブミクロン周期の金属格子（例えばA1グリッド）を作製する必要がある。

【0008】例えば、可視光用のワイヤーグリッド偏光子では、グリッド周期dが概ね $\lambda/2$ （ λ は入射光の波長）で、ほぼ矩形断面を有するA1グリッドが望まれる。

【0009】そこで、従来、次のような手法によりA1グリッドを作製している。

【0010】すなわち、先ず、石英基板表面にA1導電下地膜を数nm厚形成し、電子線描画によりレジストパターンを作製する。

【0011】続いて、A1を蒸着し、前記レジストパターンによるリフトオフによりこれを選択的に除去し、A1グリッドを形成する。

【0012】最後にA1グリッド部分以外の部位に残存するA1導電下地膜をエッチングで除去する。

【0013】本方法は簡便であるが、最後のエッチング工程が不安定で、再現性が非常に悪いという問題がある。

【0014】また、作製方法によらず、一般にワイヤーグリッド素子では、金属格子、例えばA1グリッド自体の耐環境性についての懸念もある。

【0015】そこで本発明は、以上のような従来の実情に鑑みて提案されたものであって、耐環境性に優れ、信頼性の高い偏光光学素子を提供することを目的とする。

【0016】さらに本発明は、不安定なエッチング工程が必要なく、ワイヤーグリッド素子を歩留まり良く製造することが可能な偏光光学素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明の偏光光学素子は、基板上に所定間隔で形成された金属格子を備え、この金属格子に入射した光を偏光方向に応じて透過光と反射光とに分離する偏光光学素子において、上記金属格子の表面が酸化被膜により覆われていることを特徴とするものである。

【0018】このような偏光光学素子は、基板上に所定間隔で金属格子を形成し、その表面を熱処理により酸化して酸化被膜を形成することにより作製される。

【0019】上記酸化被膜は、緻密であり、保護膜とし

て働くので、偏光光学素子の耐環境性は著しく向上する。

【0020】上記偏光光学素子において、例えば電子線描画により金属格子を形成する場合、導電性金属よりなる下地膜が必要になる。

【0021】この場合、前記下地膜を酸化して透明化する。したがって、この場合の偏光光学素子は、先の本発明の偏光光学素子において、金属格子が下地膜上に形成されてなり、この下地膜が透明な金属酸化物膜であることを特徴とするものである。

【0022】前記偏光光学素子は、基板上に導電性金属よりなる下地膜を形成する工程と、この上に電子線描画によりレジストパターンを形成する工程と、所定の膜厚の金属膜を成膜する工程と、リフトオフにより前記金属膜を選択的に除去して金属格子を形成する工程と、熱処理により上記下地膜を酸化して透明化するとともに、上記金属格子の表面に酸化被膜を形成する工程を経ることにより作製される。

【0023】この方法によれば、下地膜をエッチングで除去するのではなく、熱処理により酸化透明化している

ので、歩留まりが大幅に改善される。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面や実験結果を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は以下の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、形状や材質等を任意に変更することが可能であることは言うまでもない。

【0025】まず、石英基板上に厚さ約8 nmのAl膜をスパッタにより成膜した。これをドライ酸素雰囲気中の電気炉で熱処理した。

【0026】熱処理後の膜の光透過率と、熱処理温度、熱処理時間の関係を調べたところ、図1に示すような結果が得られた。

【0027】すなわち、500℃、2時間程度の熱処理により、膜の光透過率は約90%となり、石英基板自体の値(93%)とほぼ同じ程度にまで透明化することができることがわかった。また、Al膜の膜厚を薄くすれば、より短時間で透明化できることもわかった。

【0028】そこで、本例では、電子線描画時の導電膜として十分働き、同時に、より短時間で透明化するように、Al下地膜の膜厚を約5 nmと定めた。

【0029】そこで次に、石英基板上に厚み約5 nmのAl下地膜をスパッタにより成膜し、電子線レジストを約450 nmの厚さとなるようにスピンコーターで塗布した。

【0030】これを200℃で30分間プリベークした後、電子線描画装置により周期400 nmのグレーティングパターンを描画した。

【0031】現像、リンス後、抵抗加熱蒸着によりAl

を蒸着した。蒸着したAl膜の厚さは、約300 nmである。リフトオフ後、500℃で約30分間、ドライ酸素雰囲気中で熱処理を行った。

【0032】上記方法に従い、グレーティングパターンを低デューティから高デューティまで条件を変えて描画し、種々のAlグリッドを作製した。

【0033】得られたAlグリッドのS偏光透過率(T_s)と消光比(T_s/T_p 、 T_p はP偏光透過率)との関係を調べた結果を図2に示す。

10 【0034】この結果からも明らかなように、低損失偏光子($T_s=80\%$ 、 $T_s/T_p\sim 10$)から高損失偏光子($T_s=50\%$ 、 $T_s/T_p\sim 1000$)まで得ることができた。低損失偏光子は、Alグリッド幅の小さい側、高消光比偏光子は、Alグリッド幅の大きい側で得られている。

【0035】なお、同様の条件で作製したワイヤグリッド偏光子は、ほぼ同じ特性を示し、再現性は非常に良好であった。

【0036】このワイヤグリッド偏光子は、図3に示すような形態となっている。すなわち、石英基板1上には、下地膜2を介してAlグリッド3が形成されている。下地膜2は、Alを酸化透明化したものであり、Al酸化物膜である。

【0037】また、Alグリッド3は、所定の間隔で形成された金属格子であり、その表面は酸化被膜3aにより覆われている。

【0038】前記酸化被膜3aや下地膜2は、いずれも金属酸化物膜であり、500℃という高温で形成されているため、非常に緻密な膜であり、安定な保護膜として、Alグリッド3を保護する。

【0039】このため、作製したワイヤグリッド偏光子は、耐環境性が極めて良好であった。

【0040】ワイヤグリッド偏光子は、電子線描画/リフトオフ以外にも、例えば、エキシマレーザリソグラフィや2光束干渉法によってパターンニングを行い、リフトオフやドライエッチングにより作製可能であり、これらの場合には下地膜を必要としない(ドライエッチングでは電子線描画の場合でも下地膜除去は不要)。しかしながら、これらの場合でも、熱処理によりAlグリッド3の表面に酸化膜を形成することは、耐環境性の向上のために極めて有用である。

【0041】ところで、ワイヤグリッド偏光子においては、グリッドの設計が重要であり、各パラメータを適正な値とすることで良好な偏光作用が得られる。

【0042】そこで、以下にワイヤグリッド偏光子の設計例について説明する。

【0043】まず、屈折率 $n_1(>1)$ の基板1上にグリッド3が形成された場合、効果的にS偏光についての共鳴現象を得るための方策としては、各グリッド3の厚みを h 、厚み0.5 hにおける幅を b 、グリッド周期を

5

d、グリッドの断面形状を台形と見なしたときの底辺と斜辺のなす角度をsとして、

$$0.2 < h/d < 0.9$$

$$0.5 < b/d < 0.9$$

$$70^\circ < s < 110^\circ$$

なる要件を満足するように設定することが挙げられる。

これにより、可視波長域から近赤外波長域（波長400nm～2000nm）の光に対して、偏光作用し得る。

【0044】なお、この場合、グリッド周期dは、 $\lambda/(2n_1) < d < \lambda/(1.1n_1)$ （但し、 λ は入射光の波長）なる条件を満たすように設定することが好ましい。また、グリッド間の屈折率 n_2 、グリッド上部の屈折率 n_3 が、それぞれ $|n_2 - n_1| < 0.2$ 、 $|n_3 - n_1| < 0.2$ なる条件を満足し、電場の振動方向がグリッドの波数ベクトルの方向と平行な偏光について有効に共鳴効果を生じさせ、その偏光についての反射率を1%程度に低下させるようにすることが好ましい。

【0045】上述の設計の共鳴型ワイヤーグリッド偏光子は、金属グリッドが媒質中に埋め込まれた場合のみに有効なものである。

【0046】また、この共鳴型ワイヤーグリッド偏光子では、P偏光透過率 T_P を小さくするために、デューティ(b/d)を大きくしなければならないが、このため、S偏光透過率 T_S が低下する。さらに、S偏光反射率 R_S の波長依存性が大きくなり、反射消光比（偏光コントラスト）の波長特性が悪化するという問題点がある。

【0047】さらにまた、共鳴型では、共鳴波長を使用波長近傍に合わせるために、グリッドの厚みや幅をかなり厳しく制御する必要がある。

【0048】これらの点を考慮して、従来に比して大きなグリッド周期で形成し得、波長800nm帯域で実用上十分な消光比を有する偏光光学素子とするためには、

$$n_2 = n_3 = 1$$

$$h/d > 0.5$$

$$b/d \leq 0.4$$

$$70^\circ < s < 110^\circ$$

なる条件を満足するように設定する。また、このとき、

6

$\lambda/3 < d < \lambda/2$ とする。

【0049】これによって、波長400nm～1 μ mの可視波長域から近赤外波長域の光に対して偏光作用し得る。

【0050】あるいは、

$$n_2 = n_3 = 1$$

$$0.25 < h/d < 1$$

$$0.3 < b/d < 0.7$$

$$70^\circ < s < 110^\circ$$

なる条件を満足するように設定してもよい。この場合には、 $\lambda/3 < d < \lambda/n$ 、 $0.8\lambda < \lambda_{res} < 1.2\lambda$ （但し、 λ_{res} はS偏光共鳴波長）とすることが好ましい。

【0051】これによっても、波長400nm～1 μ mの可視波長域から近赤外波長域の光に対して偏光作用し得る。

【0052】本発明は、このような設定のワイヤーグリッド偏光子に適用して好適であるが、勿論、これに限らず、あらゆる種類のワイヤーグリッド偏光子にも適用可能であることは言うまでもない。

【0053】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明によれば、耐環境性に優れ、信頼性の高い偏光光学素子を提供することが可能である。

【0054】また、本発明では、下地膜をエッチングで除去するのではなく、熱処理により酸化透明化しているので、歩留まりを大幅に改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】厚さ約8nmのAl膜における熱処理温度、熱処理時間と熱処理後の光透過率の関係を示す特性図である。

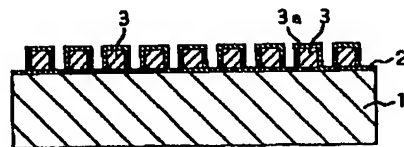
【図2】種々の条件で作製したAlグリッドのS偏光透過率 T_S と消光比(T_S/T_P)との関係を示す特性図である。

【図3】本発明を適用したAlワイヤーグリッドの一例を示す概略断面図である。

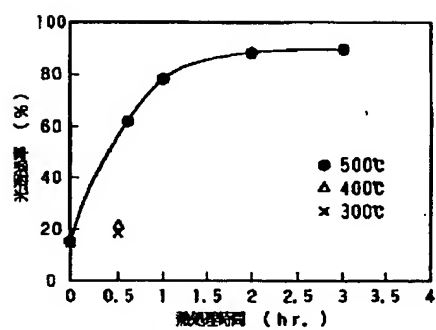
【符号の説明】

1 石英基板、 2 下地膜、 3 Alグリッド

【図3】



【図1】



【図2】

